



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107631821 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(21)申请号 201711013806.4

(22)申请日 2017.10.26

(71)申请人 中国第一汽车股份有限公司

地址 130011 吉林省长春市西新经济技术  
开发区东风大街2259号

(72)发明人 徐占 单华强 李松松 屠有余  
李纯洁 朱敬奎 项小雷 刘丽新  
王泮震 王晓

(74)专利代理机构 北京青松知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 11384

代理人 郑青松

(51)Int. Cl.

G01L 1/22(2006.01)

G01L 1/20(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

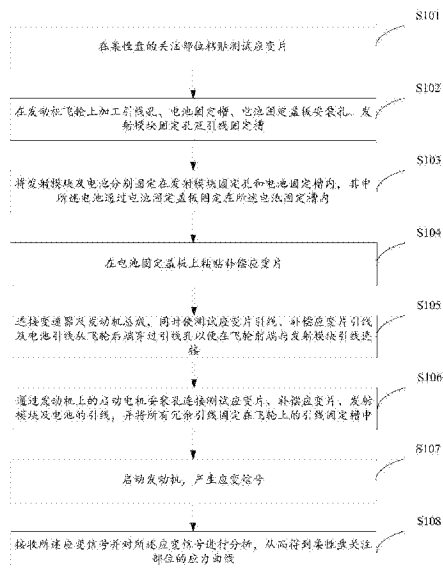
(54)发明名称

一种柔性盘的动态应力测试方法及测试装  
置

(57)摘要

本发明提供了一种柔性盘的动态应力测试方法,包括:在柔性盘的关注部位粘贴测试应变片;在发动机飞轮上加工引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽;将发射模块及电池分别固定在发射模块固定孔和电池固定槽内;在电池固定盖板上粘贴补偿应变片;连接变速器及发动机总成,使测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接;通过发动机上的启动电机安装孔连接各引线,并将所有冗余引线固定在飞轮上的引线固定槽中;启动发动机;接收所述应变信号并对所述应变信号进行分析,得到柔性盘关注部位的应力曲线。本发明能够对柔性盘工作状态下的真实应力状态进行准确测试。

CN 107631821 A



1. 一种柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

在柔性盘的关注部位粘贴测试应变片;

在发动机飞轮上加工引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽;其中,引线固定槽和发射模块固定孔设置在飞轮前端面,电池固定槽设置在飞轮后端面;

将发射模块及电池分别固定在发射模块固定孔和电池固定槽内,其中所述电池通过电池固定盖板固定在所述电池固定槽内;

在电池固定盖板上粘贴补偿应变片;

连接变速器及发动机总成,同时使测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接;

通过发动机上的启动电机安装孔连接测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线,并将所有冗余引线固定在飞轮上的引线固定槽中;

启动发动机;此时,所述测试应变片因柔性盘受载变形而产生应变信号,所述应变信号通过引线而传输至所述发射模块;

接收所述应变信号并对所述应变信号进行分析,从而得到柔性盘关注部位的应力曲线。

2. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,所述测试应变片和补偿应变片为应变花。

3. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,所述关注部位为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置。

4. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,所述引线孔设置在发动机飞轮安装柔性盘螺母右侧的位置,距离飞轮边缘约15mm。

5. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,所述电池固定槽位于在飞轮后端面距离所述引线孔大约50mm处的位置。

6. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试方法,其特征在于,所述引线固定槽位于飞轮前端面引线孔与发射模块固定位置之间。

7. 一种柔性盘的动态应力测试装置,其特征在于,包括依次连接在一起的发动机、飞轮、包括柔性盘的变速器总成、接收模块和数据处理装置,

其中,所述柔性盘的关注部位上设置有测试应变片;所述飞轮上设置有引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽,其中,引线固定槽和发射模块固定孔设置在飞轮前端面,所述发射模块固定孔用于固定发射模块,电池固定槽设置在飞轮后端面,用于固定电池;所述电池通过电池固定盖板固定在所述电池固定槽中,所述电池固定盖板上粘贴补偿应变片;

所述测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接;所述测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线通过发动机上的启动电机安装孔连接,并且冗余的引线通过所述电机安装孔固定在所述引线固定槽中;所述测试应变片因所述柔性盘受载变形而产生的应变信号和所述补偿应变片产生的应变信号经由所述发射模块传递给接收模块,所述接收模块将接收的信号发送给数据处理装置,所述数据处理装置对所接收的应变信号进行数据处理以获取所述柔性盘的关注部位的

动态应力值。

8. 根据权利要求7所述的柔性盘的动态应力测试装置,其特征在于,所述测试应变片和补偿应变片为应变花。

9. 根据权利要求1所述的柔性盘的动态应力测试装置,其特征在于,所述关注部位为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置。

## 一种柔性盘的动态应力测试方法及测试装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种柔性盘的动态应力测试方法及测试装置,尤其涉及一种汽车变速器离合器密闭腔体内高速旋转柔性盘的动态应力测试方法与测试装置。

### 背景技术

[0002] 在双离合器式自动变速器结构中,柔性盘安装于发动机飞轮和离合器之间,起到减少发动机传递动力带来的轴向、径向和周向的振动及误差,保护离合器免受冲击的作用,因此,其应力状态为非比例的多轴应力状态,承载情况复杂,容易在柔性盘危险部位,如柔性盘外缘螺母根部处出现高周性质的旋转弯曲疲劳断裂。所以,准确测试柔性盘高速旋转状态下关注部位的周期动态应力,用以指导柔性盘结构设计以及疲劳分析是非常重要的,但是由于柔性盘处于一个密闭的腔体内,且又伴随着高速旋转,其动态应力获得非常困难。

[0003] 目前,关于柔性盘关注部位应力的获取方法大多是停留在有限元仿真计算上,通过搭建模型、网格划分、边界条件输入简单地得到关注部位的应力值,但是,由于柔性盘结构的特殊性,其危险部位模型存在准确度低、载荷边界输入不准确等因素,仿真计算得到的危险部位应力值误差一般比较大;也有一些业内人士采用有线电测的方法在关注部位布置好应变片,通过应变信号采集、数据转换得到应力值,但此种方法也仅能实现静态应力的测试,无法得到柔性盘工作状态下的真实应力状态。

[0004] 因此,亟待需要出现一种能够对柔性盘工作状态下的真实应力状态进行准确测试的方案。

### 发明内容

[0005] 针对上述技术问题,本发明实施例提供一种柔性盘的动态应力测试方法及测试装置,能够实现对柔性盘关注部位的动态应力状态进行准确测试。

[0006] 本发明采用的技术方案为:

[0007] 本发明实施例提供一种柔性盘的动态应力测试方法,包括以下步骤:在柔性盘的关注部位粘贴测试应变片;在发动机飞轮上加工引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽;其中,引线固定槽和发射模块固定孔设置在飞轮前端面,电池固定槽设置在飞轮后端面;将发射模块及电池分别固定在发射模块固定孔和电池固定槽内,其中所述电池通过电池固定盖板固定在所述电池固定槽内;在电池固定盖板上粘贴补偿应变片;连接变速器及发动机总成,同时使测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接;通过发动机上的启动电机安装孔连接测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线,并将所有冗余引线固定在飞轮上的引线固定槽中;启动发动机;此时,所述测试应变片因柔性盘受载变形而产生应变信号,所述应变信号通过引线而传输至所述发射模块;接收所述应变信号并对所述应变信号进行分析,从而得到柔性盘关注部位的应力曲线。

[0008] 可选地,所述测试应变片和补偿应变片为应变花。

- [0009] 可选地,所述关注部位为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置。
- [0010] 可选地,所述引线孔设置在发动机飞轮安装柔性盘螺母右侧的位置,距离飞轮边缘约15mm。
- [0011] 可选地,所述电池固定槽位于在飞轮后端面距离所述引线孔大约50mm处的位置。
- [0012] 可选地,所述引线固定槽位于飞轮前端面引线孔与发射模块固定位置之间。
- [0013] 本发明的另一实施例提供一种柔性盘的动态应力测试装置,包括依次连接在一起的发动机、飞轮、包括柔性盘的变速器总成、接收模块和数据处理装置,其中,所述柔性盘的关注部位上设置有测试应变片;所述飞轮上设置有引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽,其中,引线固定槽和发射模块固定孔设置在飞轮前端面,所述发射模块固定孔用于固定发射模块,电池固定槽设置在飞轮后端面,用于固定电池;所述电池通过电池固定盖板固定在所述电池固定槽中,所述电池固定盖板上粘贴补偿应变片;所述测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接;所述测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线通过发动机上的启动电机安装孔连接,并且冗余的引线通过所述电机安装孔固定在所述引线固定槽中;所述测试应变片因所述柔性盘受载变形而产生的应变信号和所述补偿应变片产生的应变信号经由所述发射模块传递给接收模块,所述接收模块将接收的信号发送给数据处理装置,所述数据处理装置对所接收的应变信号进行数据处理以获取所述柔性盘的关注部位的动态应力值。
- [0014] 可选地,所述测试应变片和补偿应变片为应变花。
- [0015] 可选地,所述关注部位为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置。
- [0016] 与现有技术相比,本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试方法及测试装置具有如下优点:
- [0017] 本发明提供的测试方法根据柔性盘所处位置对布线方法采取了特殊设计,即:安装完测试应变片、补偿应变片和电池后,将测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线由飞轮后端面穿过飞轮引线孔到达飞轮前端,与无线发射模块引线连接,并将冗余引线放入引线固定槽中固定,这样,应变片、电池及发射模块与柔性盘保持相对静止,便可将应变信号实时进行传递和发射,发射出来的信号再由放置一旁(距离10米内)的无线接收模块实现采集,最后经应变到应力转换从而获取柔性盘高速旋转状态下断裂部位的动态应力值。此外,本发明在柔性盘的关注部位粘贴了应变片,并且考虑到工作温度问题,粘贴了用于温度补偿的应变片,从而消除温度影响,使得测试得到的数据真实可靠。

## 附图说明

- [0018] 图1为本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试方法的流程示意图;
- [0019] 图2至图6为本发明实施例应用的柔性盘的动态应力测试装置的结构示意图。

## 具体实施方式

- [0020] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。
- [0021] 图1为本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试方法的流程示意图;图2至图6

为本发明实施例应用的柔性盘的动态应力测试装置的结构示意图。

[0022] 如图1所示,本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试方法包括以下步骤:

[0023] S101、在柔性盘的关注部位粘贴测试应变片。

[0024] 在实际应用中,考虑到柔性盘多轴承载的特点,本发明的应变片的粘贴位置需要结合仿真计算结果合理布置,通过仿真模型施加多轴载荷确定应力最大位置确定应变片粘贴点。在一个示意性实施例中,本发明中的关注部位(应变片粘贴位置)为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置,如图2所示,在柔性盘1容易发生断裂的外缘螺母根部位置粘贴有测试应变片2。为使得测试结果准确,本发明实施例的测试应变片2采用应变花。

[0025] S102、在发动机飞轮上加工引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽;其中,引线固定槽和发射模块固定孔设置在飞轮前端面,电池固定槽设置在飞轮后端面。

[0026] 本发明中的引线孔、电池固定槽、电池固定盖板安装孔、发射模块固定孔及引线固定槽的加工位置以不影响飞轮和柔性盘的正常操作为前提,即可在保证不干涉飞轮和柔性盘的前提下,选取适当的位置进行设置。在本发明的一个示意性实施例中,如图2至图6所示,在发动机13的飞轮3安装柔性盘螺母右侧(从后向前看)位置处(距离飞轮边缘约15mm)加工1个引线孔4,引线孔可为尺寸为 $\Phi 8$ 的通孔;在飞轮后端面引线孔1旁(大约距离引线孔50mm处的位置)基于电池12形状加工电池固定槽5,固定槽5的尺寸可为 $60\text{mm} \times 28\text{mm} \times 9\text{mm}$ ,电池12可为电压为9V的标准干电池。电源固定盖板安装孔9可设置在电池固定槽5的四个角处,用于通过螺栓固定电源固定盖板8,电源固定盖板安装孔9的深度可为5mm,适用于规格为M3的螺栓。在飞轮前端面引线孔左侧(约100mm,距离飞轮边缘约15mm)基于发射模块11加工发射模块固定孔6,发射模块固定孔6为2个,用于通过螺栓固定发射模块11,发射模块固定孔6的深度可为5mm,适用于规格为M3的螺栓。本发明可采用德国CAEMAX公司Dx型号的发射模块,但并不局限于此,也可以采用其他型号的发射模块,只要能够发射信号即可。在引线孔与发射模块固定位置之间靠近圆心处加工1个引线固定槽7,该引线固定槽7的尺寸可为圆弧形固定槽(弧长90mm,槽宽15mm,距离飞轮3边缘约30mm)。

[0027] S103、将发射模块及电池分别固定在发射模块固定孔和电池固定槽内,其中所述电池通过电池固定盖板固定在所述电池固定槽内。

[0028] 发射模块11和电池12可通过螺栓固定在发射模块固定孔6和电池固定槽5中,具体地,发射模块11可直接通过螺栓拧入到发射模块固定孔中6实现固定,电池12可先放置在电池固定槽5中,例如可通过AB胶水固定在电池固定槽5中,然后加盖电池固定盖板8,最后利用螺栓将电池固定盖板8固定在电池固定盖板安装孔9上,从而将电池12固定在电池固定槽5中。

[0029] S104、在电池固定盖板上粘贴补偿应变片。

[0030] 在本发明中,为了消除温度带来的影响,在电池固定盖板8粘贴补偿应变片10,用于温度补偿。补偿应变片10与测试应变片2组成半桥桥路以消除温度影响,可采用与测试应变片2相同规格的应变花。在实际测试中,测试应变片2测试的信号值与补偿应变片10测试的温度值之差即为实际的应变信号值。

[0031] S105、连接变速器及发动机总成,同时使测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以便在飞轮前端与发射模块引线连接。

[0032] 在飞轮上设置好相应部件后,将飞轮安装到发动机上,并通过螺栓固定连接变速器柔性盘总成(包括柔性盘和变速器等构件),使得变速器柔性盘总成被封闭在变速器壳体与发动机后端面形成的空腔内,同时使安装在飞轮上的测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔以在飞轮前端与发射模块引线连接。

[0033] S106、通过发动机上的启动电机安装孔连接测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线,并将所有冗余引线固定在飞轮上的引线固定槽中。

[0034] 如图4所示,通过发动机13上的启动电机安装孔14将冗余的测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线通过胶水例如AB胶水固定在引线固定槽7中。

[0035] S107、启动发动机;此时,所述测试应变片因柔性盘受载变形而产生应变信号,所述应变信号通过引线而传输至所述发射模块。

[0036] 在将所有引线固定好后,启动发动机,飞轮带到柔性盘转动,此时,测试应变片2因柔性盘1受载变形而产生应变信号,该应变信号通过测试应变片的引线传递给发射模块。此外,补偿应变片测试的应变值也会通过补偿应变片引线传递给发射模块。

[0037] S108、接收所述应变信号并对所述应变信号进行分析,从而得到柔性盘关注部位的应力曲线。

[0038] 可通过接收模块来接收发射模块发送的信号。接收模块与发射模块之间可无线通信。本发明可采用德国CAEMAX公司Dx型号接收模块,但并不局限于此,也可以采用其他型号接收模块,只要能够发射信号即可。接收模块接收的信号会发送到计算机上,由计算机进行存储和数据转换,从而得到柔性盘关注部位的应力曲线,具体经应变到应力转换从而获取柔性盘高速旋转状态下断裂部位的动态应力值。

[0039] 基于同一发明构思,本发明实施例还提供了一种柔性盘的动态应力测试装置,由于该设备所解决问题的原理与前述柔性盘的动态应力测试方法相似,因此该装置的实施可以参见前述方法的实施,重复之处不再赘述。

[0040] 本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试装置可通过前述实施例的方法获得。如图2至图6所示,本发明实施例提供的柔性盘的动态应力测试装置包括:包括依次连接在一起的发动机13、飞轮3、包括柔性盘1的变速器总成(未图示)以及接收模块和数据处理装置(未图示)。其中,所述柔性盘1的关注部位上设置有测试应变片2;所述飞轮3上设置有引线孔4、电池固定槽5、电池固定盖板安装孔9、发射模块固定孔6及引线固定槽7,其中,引线固定槽7和发射模块固定孔6设置在飞轮前端面,所述发射模块固定孔9用于固定发射模块11,电池固定槽5设置在飞轮后端面,用于固定电池12;所述电池12通过电池固定盖板8固定在所述电池固定槽5中,所述电池固定盖板8上粘贴补偿应变片10;所述测试应变片引线、补偿应变片引线及电池引线从飞轮后端穿过引线孔4以便在飞轮前端与发射模块引线连接;所述测试应变片、补偿应变片、发射模块及电池的引线通过发动机上的启动电机安装孔14连接,并且冗余的引线通过所述电机安装孔固定在所述引线固定槽5中;所述测试应变片因所述柔性盘受载变形而产生的应变信号和所述补偿应变片产生的应变信号经由所述发射模块传递给接收模块,所述接收模块将接收的信号发送给数据处理装置,所述数据处理装置对所接收的应变信号进行数据处理以获取所述柔性盘的关注部位的动态应力值。本实施例的数据处理装置可为具有数据处理功能的计算机等。

[0041] 进一步地,所述测试应变片和补偿应变片为应变花。

[0042] 进一步地,所述关注部位为柔性盘容易发生断裂的外缘螺母根部位置。

[0043] 进一步地,所述引线孔设置在发动机飞轮安装柔性盘螺母右侧的位置,距离飞轮边缘约15mm。

[0044] 进一步地,所述电池固定槽位于在飞轮后端面距离所述引线孔大约50mm处的位置。

[0045] 进一步地,所述引线固定槽位于飞轮前端面引线孔与发射模块固定位置之间。

[0046] 上述装置的各构件的功能可对应于图1所示流程中的相应处理步骤,在此不再赘述。

[0047] 以上所述实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。



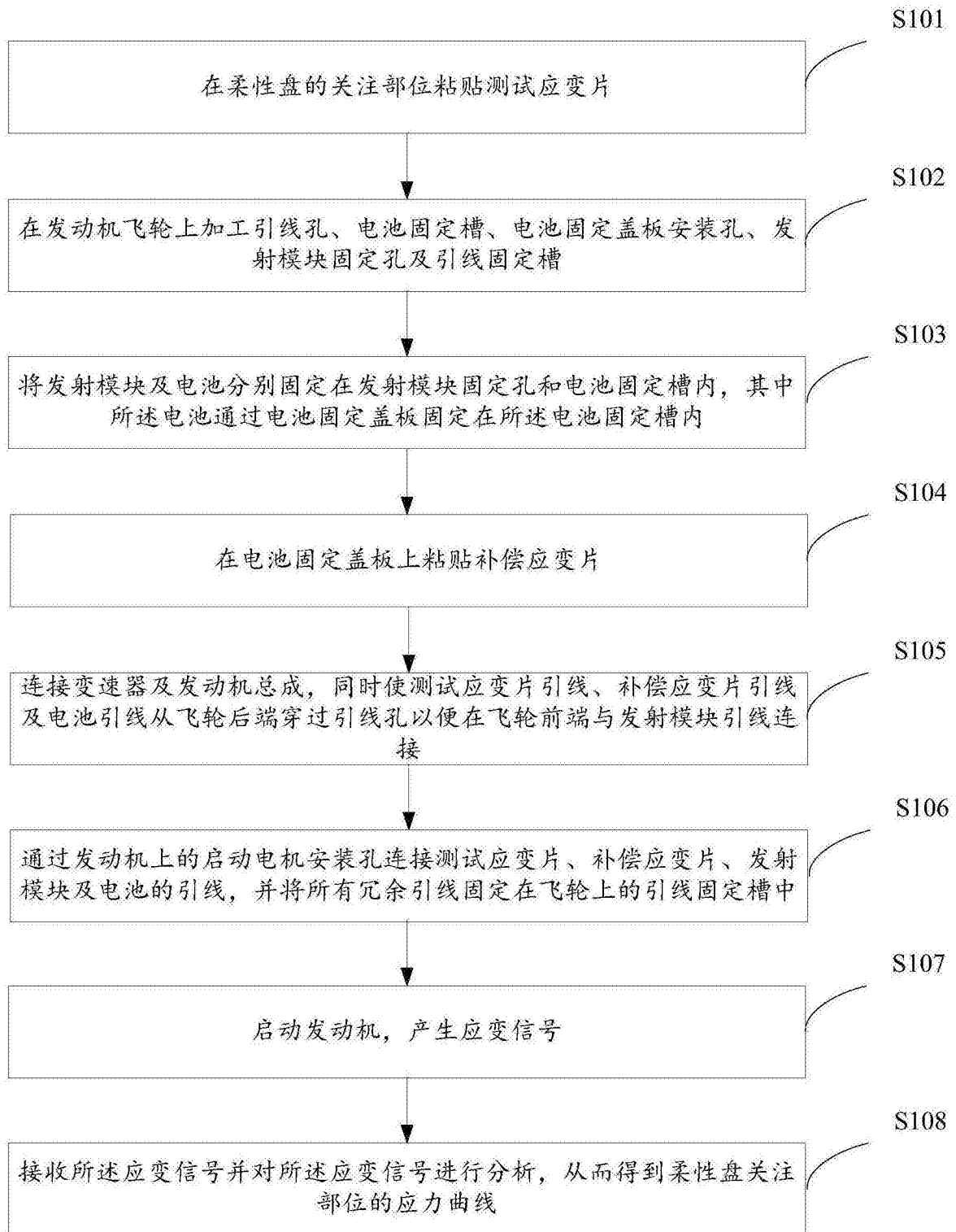


图1

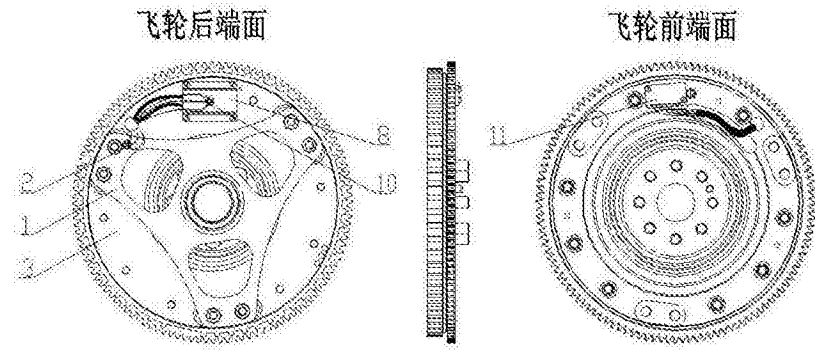


图2

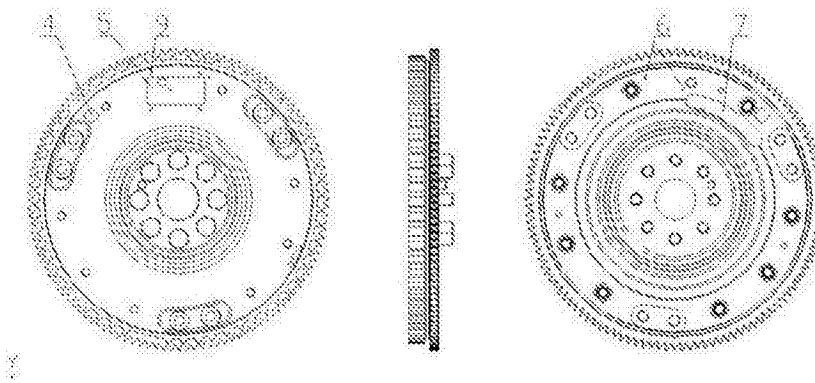


图3

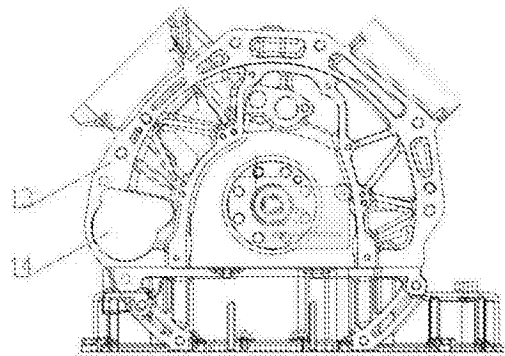


图4

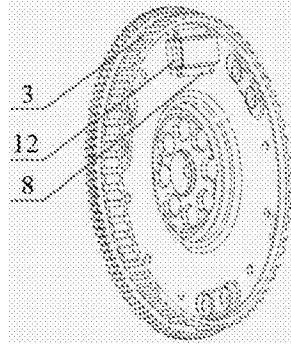


图5

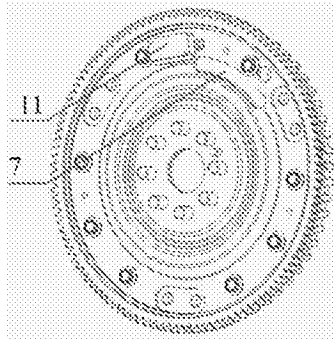


图6